

Interactions of Metals with SrTiO₃ surfaces
investigated by Scanning Tunnelling Microscopy

Surface Nanoscience
Group

Karen Kruska

Labor: STM-Labor des Department
of Materials
University of Oxford

Methodik: LEED, STM, AES

Gutachter: Dr. W. Maus-Friedrichs
(TU Clausthal)
Dr. M.R. Castell
(University of Oxford)



Einleitung

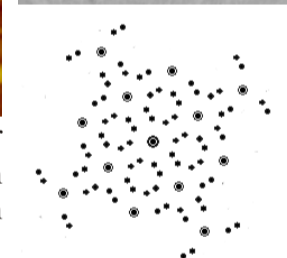
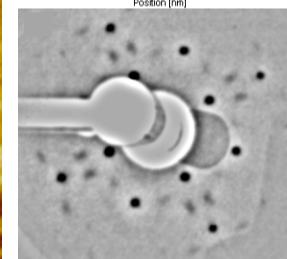
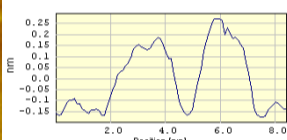
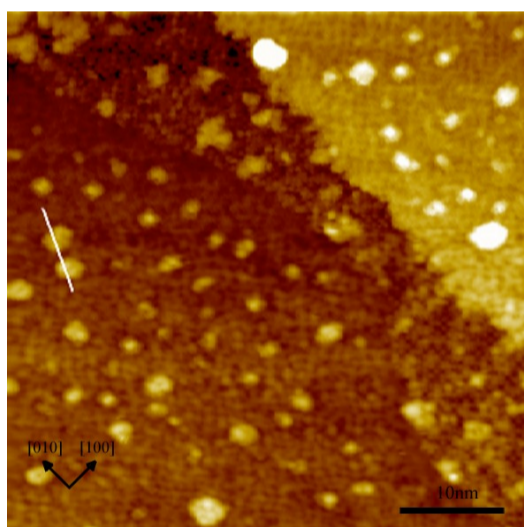
Es ist bekannt, dass sich durch Sputtern der Probe mit Ionen verschiedene Titan-reiche Rekonstruktionen und Nanostrukturen auf der SrTiO₃(100) Oberfläche bilden. Es wurden c(4x2)-, (6x2)-, (9x2)-, (√5x√5)-R26.6°-Rekonstruktionen und Anatase-TiO₂-Inseln beobachtet. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Titan-reiche Strukturen mittels eines Elektronenstrahlverdampfers auf die Strontiumtitanat Oberfläche aufgedampft. Das Substrat wurde dabei auf einer Temperatur von 400 - 450° C gehalten. Die Titan-reichen Strukturen wurden mit Rastertunnelmikroskopie (engl. STM) und Beugung langsamer Elektronen (engl. LEED) untersucht. Die Experimente zeigen, dass es durch das Aufdampfen von elementarem Titan möglich ist, auf ungesputterten Oberflächen Rekonstruktionen zu produzieren, welche identisch oder sehr ähnlich zu den oben erwähnten sind

Weiterhin wurde zur Durchführung der Experimente in dieser Arbeit ein Ba-Verdampfer designed, gebaut und in Betrieb genommen. Nach einigen Testläufen wurde Barium bei Raumtemperatur auf die (100) SrTiO₃ Oberfläche aufgedampft. Anschließend wurde die Probe in mehreren Zyklen auf je etwa 600°C geheizt. Der entstandene Film wurde mit STM und Auger-Elektronen-Spektroskopie (AES) untersucht. Aus dem AES Spektrum geht hervor, dass sich ein relativ dicker Bariumoxid gebildet hat. Das STM Bild zeigt kleine Partikel auf dem Oxidfilm. Diese Partikel bestehen wahrscheinlich aus elementarem Barium.

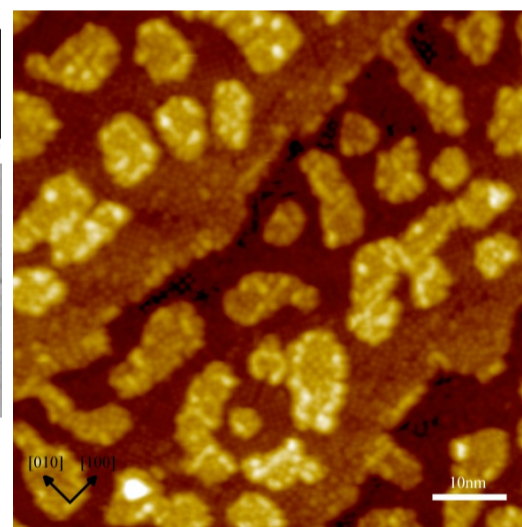
Messungen / Ergebnisse

Ti-reiche Strukturen auf SrTiO₃(100) Oberflächen

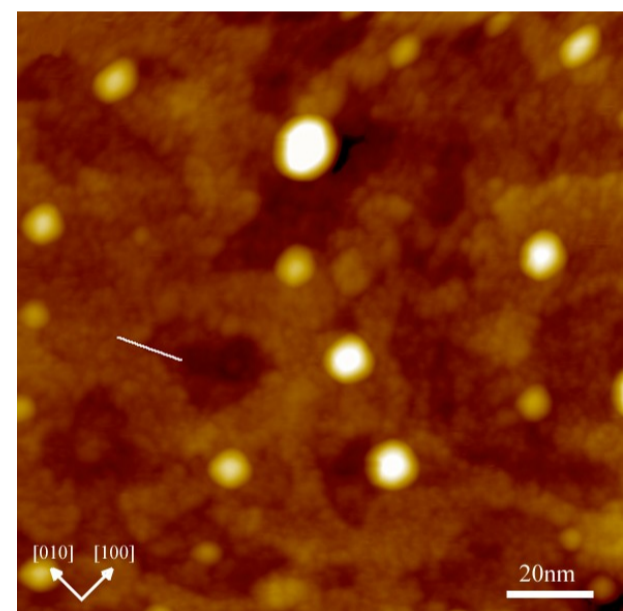
Ba auf SrTiO₃ Oberflächen



oben: STM Bild von SrTiO₃ mit geringer Ti-Bedeckung. oben rechts: Profil durch zwei Ti-reiche Inseln im STM Bild durch Linie gekennzeichnet.

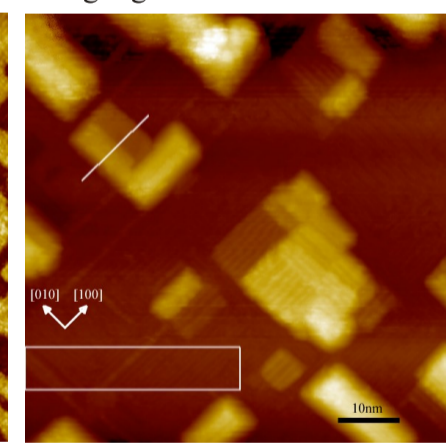
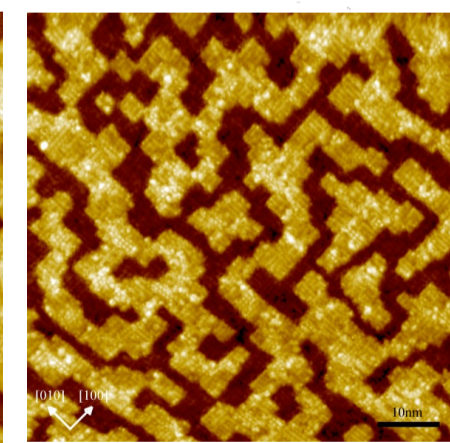
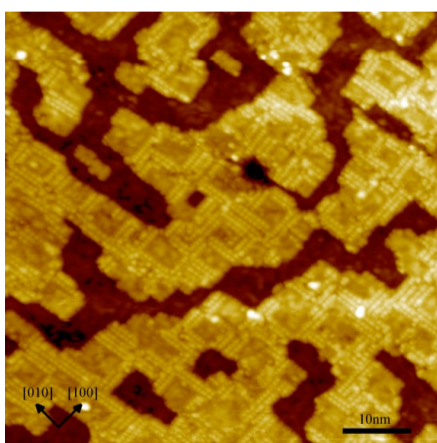
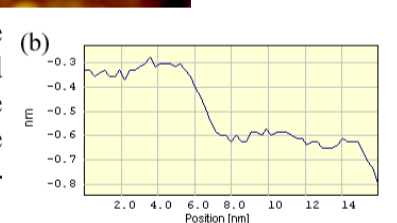


oben: STM Bild von Ti-reichen Inseln auf SrTiO₃ mit √5x√5-Rekonstruktion. links: LEED-Aufnahme und Modell des √5x√5-Beugungsbildes.



links: STM Bild von Barium Nanopartikeln von etwa 5-10nm Durchmesser auf einem dünnen BaO-Film mit fransigen Stufenkanten. Der Oxidfilm wurde auf einem SrTiO₃(100) Substrat gezüchtet.

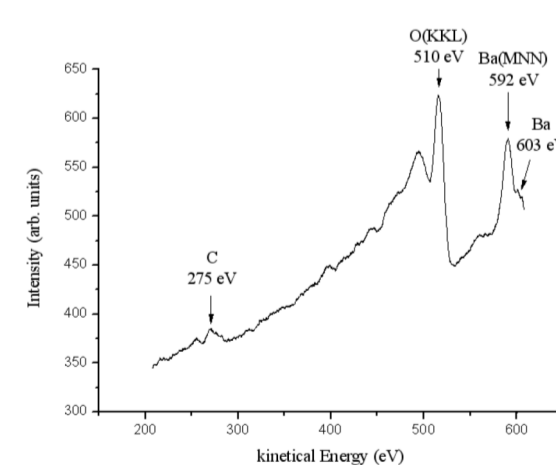
rechts: Profil einer Stufenkante des BaO-Films im STM Bild gekennzeichnet durch die weiße Linie. Die Höhe der Stufe entspricht einer halben BaO-Einheitszelle.



oben: Dilines auf Labyrinth-Struktur bei höherer Titanbedeckung. oben rechts: ausgedehnte Labyrinth-Strukturen. oben ganz rechts: SrTiO₃ mit Anatas TiO₂ Inseln.



oben: Vergrößerung der Dilines auf dem SrTiO₃ Substrat. links: Profil durch Anatas-Insel gekennzeichnet durch Linie.



links: Undifferenziertes AES-Spektrum der Probe mit dem BaO-Film. Der Film ist so dick, dass lediglich Barium und Sauerstoff zu sehen sind, Titan aus dem Substrat ist nicht zu erkennen.

Literaturverzeichnis (Auszug)

- [1] M.R. Castell: Scanning tunneling microscopy of reconstructions on the SrTiO₃(001) surface, Surface Science, 505(1-3), 1, 2002.
- [2] M.R. Castell: Nanostructures on the SrTiO₃(001) surface studied by STM, Surface Science, 516(1-2), 33, 2002.
- [3] F. Silly und M. R. Castell: Formation of single domain anatase TiO₂(001) - (1x4) islands on SrTiO₃(001) after thermal annealing, Applied Physics Letters, 85, 3223, 2004.
- [4] A. Gunhold, L. Beuermann, M. Frerichs, V. Kempter, K. Gömann, G. Borchardt und W. Maus-Friedrichs: Island formation on 0.1 at. % La-doped SrTiO₃(100) at elevated temperatures under reducing conditions, Surface Science, 523(1-2), 80, 2003.
- [5] R. A. McKee, F. J. Walker, J.R. Conner, E. D. Specht und D. E. Zelmon: Molecular beam epitaxy growth of epitaxial barium silicide, barium oxide, and barium titanate on silicon, Applied Physics Letters, 59(7), 782-784, 1991.

Ausblick

Durch das Aufdampfen von elementarem Titan wurden die schon gewonnenen Erkenntnisse über SrTiO₃(100) Oberflächen bestätigt und erweitert. Die Wachstumsstufen von Ti wurden umfassend untersucht. Nach weiteren Experimenten ähnlicher Natur mit Sr sollen die Kenntnisse über beide Materialien verwendet werden, um dünne SrTiO₃-Filme zu erzeugen. Ba konnte auf SrTiO₃(100) aufgedampft werden. Das Filmwachstum soll nun, ähnlich wie es in dieser Arbeit schon mit Ti durchgeführt wurde, genauer untersucht werden. Die Ergebnisse sollen zur Erzeugung wohldefinierter BaTiO₃-Filme verwendet werden. BaTiO₃/SrTiO₃-Multischichtsysteme haben für die Mikroelektronik sehr interessante Eigenschaften.